

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

104.39

FR 2576579

AUG 1986

SERC ★ Q78 86-240428/37 ★ FR 2576-679-A  
Heat exchanger for cooling sealed equipment enclosures - has fan cooled internal circuit to heat external circuit during ducted flow through associated matrix

SERCEL SOCIÉTÉ REC 25.01.85-FR-001061

V04 (01.08.86) F28d-09 F28f-03/10 H05k-05/02

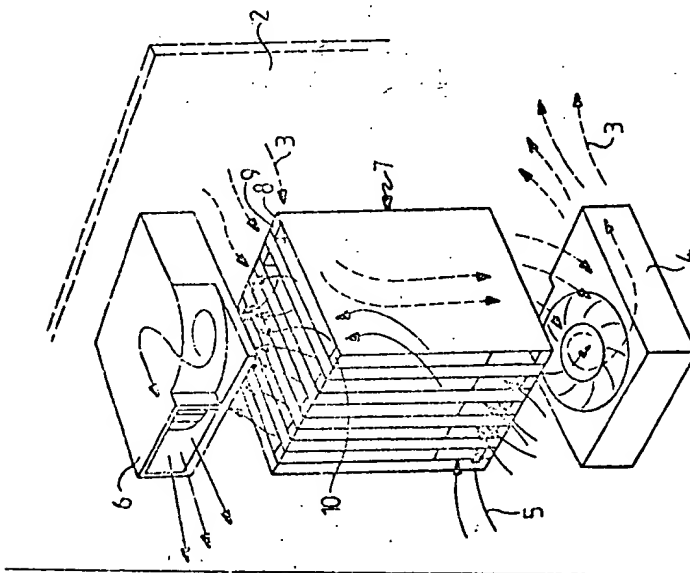
25.01.85 as 001061 (1718RM)

One side (2) of the sealed case carries a heat exchange matrix (7) consisting of a series of plates (8) each separated by pairs of spacers (9,10). The spacers form channels for air (5) circulated externally or air (3) ducted through the side (2) to circulate within the equipment. There is no connection between the channels, whose positions alternate in the matrix (7).

Fans (4,6) maintain the circulation of internal and external air respectively through the matrix, where the ducts formed by the spacers (9,10) ensure parallel paths on either side of each plate (8). Max. transfer of heat is thus achieved from the internal circuit (3) to the external circuit (5) where it is dissipated to atmosphere.

ADVANTAGE - Ensures cleanliness of cooling air within equipment. Ensures effective heat transfer and dissipation. (15pp Dwg.No.1/4)

N86-179644



© 1986 DERWENT PUBLICATIONS LTD.

128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England

US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6945 Elm St. McLean, VA 22101

Unauthorised copying of this abstract not permitted.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 576 679**

②1 N° d'enregistrement national :

**85 01061**

⑤1 Int Cl\* : F 28 D 9/00; F 28 F 3/10; H 05 K 5/02.

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 25 janvier 1985.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : BOPI « Brevets » n° 31 du 1<sup>er</sup> août 1986.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-  
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : SOCIÉTÉ D'ÉTUDES, RECHERCHES ET  
CONSTRUCTIONS ÉLECTRONIQUES - SERCEL - FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jacques Bodin et Joseph Podevin.

⑦3 Titulaire(s) :

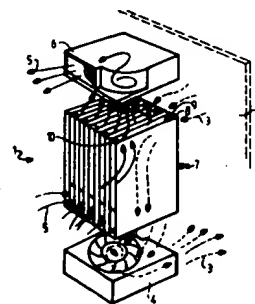
⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin,  
Schrimpf, Warcoin, Ahner.

⑤4 Échangeur thermique, notamment pour enceintes étanches.

⑤7 L'invention concerne un échangeur thermique comportant  
deux circuits d'air indépendants et des ventilateurs associés,  
ainsi qu'une surface d'échange.

Selon l'invention, la surface d'échange est constituée d'un  
empilement de cloisons 8 dont les cales d'espacement 9, 10  
remplissent une fonction de convection, selon une organisation  
successive alternée desdites cales assurant la séparation  
étanche des deux circuits d'air 3, 5.

Application au refroidissement d'enceintes contenant des  
appareillages de précision, par exemple dans le domaine de la  
topographie, géophysique et radiopositionnement.



FR 2 576 679 - A1

-1-

La présente invention concerne le domaine des échangeurs thermiques, notamment pour enceintes étanches contenant des capteurs de précision et/ou des circuits électroniques associés.

5 Avec un matériel transportable à l'extérieur, les conditions difficiles de l'environnement exigent d'avoir des enceintes d'étanchéité poussée pour une protection optimale des appareillages. Or les performances des nouvelles générations de circuits issus de la microélectro-  
10 nique permettent d'augmenter considérablement les caractéristiques des appareillages en multipliant les fonctions remplies et en améliorant leurs performances, ce qui amène à loger dans les enceintes étanches un nombre élevé d'en-sembles qui dissipent une chaleur importante.

15 De plus, pour le caractère transportable du matériel, on cherche à diminuer l'encombrement des enceintes, ce qui confère aux problèmes d'ordre thermique une importance cruciale si les conditions d'environnement sont difficiles, car les différences de température entre l'inté-  
20 rieur et l'air ambiant risquent d'atteindre des valeurs affectant le bon fonctionnement et la fiabilité du matériel. Par exemple, avec un air ambiant à 40°C, la température à l'intérieur d'une enceinte fermée peut dépasser 70°C, ce qui est très défavorable pour des capteurs de  
25 précision et les circuits électroniques associés, par exemple du type de ceux utilisés en géophysique ou en radionavigation.

Des essais ont été réalisés pour examiner le comportement thermique d'une enceinte équipée de cartes porteuses d'équipements dont les composants sont générateurs d'un flux thermique émissif. C'est ainsi que les liaisons des cartes à l'enceinte ont été repensées, en reliant thermiquement les bords des cartes aux parois de l'enceinte  
30

-2-

par des connecteurs ou des ponts thermiques. Cette orientation de recherche, présentant l'énorme avantage de ne pas altérer l'étanchéité de l'enceinte, a donné des résultats intéressants pour l'amélioration de la température ambiante, mais ne donne pas satisfaction quant à leur efficacité si les conditions d'environnement sont sévères, car l'adjonction de ponts thermiques a pour effet de forcer la température de points déjà chauds.

Une autre orientation réside dans l'emploi d'échangeurs thermiques.

Il existe de nombreux échangeurs thermiques utilisés pour le refroidissement d'armoires d'appareillages ou de coffrets. On a par exemple deux circuits de ventilation séparés, interne et externe, dont la circulation forcée est réalisée au moyen de ventilateurs associés, et une surface d'échange pour l'échange des calories entre l'intérieur de l'armoire et l'ambiance extérieure, cette surface d'échange étant obtenue par des lamelles : un ventilateur aspire l'air chaud de l'armoire, ce qui réchauffe les lamelles, tandis qu'un autre ventilateur fait passer l'air frais ambiant dans l'échangeur pour dissiper la chaleur.

Il n'est pas possible d'adapter de tels échangeurs à l'équipement d'enceintes étanches pour résoudre le problème de l'invention, car leur structure est incompatible avec une étanchéité poussée de l'enceinte. Il faut en effet se rendre compte que l'étanchéité exigée, selon le type d'application, est de l'ordre de 0,1 à 0,01 gramme d'eau par seconde et par atmosphère (test d'immersion), pour atteindre dans certains cas des valeurs d'environ  $10^{-5}$  (avec un test à l'hélium).

On a aussi proposé un échangeur comportant également deux circuits d'air indépendants, l'un interne et l'autre externe, pour lesquels le ventilateur associé réalise une circulation forcée ; les ventilateurs sont montés

de part et d'autre d'une paroi montée de façon étanche sur une face de l'enceinte, ce qui est intéressant pour l'étanchéité, mais le système d'échange utilise des caloducs circulant dans une tubulure associée. Un tel échangeur est difficilement compatible avec l'équipement d'enceintes transportables et compactes, telles que celles utilisées en topographie, en géophysique ou en radiopositionnement.

L'objet de l'invention est de proposer un échangeur thermique tenant compte des exigences précédemment exposées, d'efficacité et de fiabilité, sans altérer l'étanchéité requise, et ce même dans des conditions difficiles d'environnement.

Un autre objet de l'invention est que l'échangeur thermique présente une compacité et un poids qui le rendent apte à l'équipement de matériels transportables à l'extérieur.

L'invention concerne plus particulièrement un échangeur thermique, notamment pour enceintes étanches contenant des capteurs de précision et/ou des circuits électroniques associés, comportant deux circuits d'air indépendants dont la circulation forcée est réalisée au moyen de ventilateurs centrifuges associés, et une surface d'échange pour l'échange des calories entre l'intérieur d'une enceinte et l'ambiance extérieure, caractérisé par le fait que la surface d'échange est essentiellement constituée par un empilement de cloisons dont les cales d'espacement remplissent une fonction de convection par leur contour interne, l'organisation successive alternée desdites cales d'espacement assurant la séparation étanche des deux flux d'air en circulation contraire dans les alvéoles alternés ainsi formés.

Selon une première variante, les ventilateurs montés contre chacune des deux sections d'extrémité de la



-4-

batterie d'alvéoles fonctionnent axialement, les entrées des deux circuits d'air étant disposées latéralement de part et d'autre de ladite batterie d'alvéoles, et les cloisons desdits alvéoles étant disposées essentiellement perpendiculairement à la face de l'enceinte supportant ledit échangeur.

Il est alors avantageux que chaque alvéole élémentaire comporte deux cales d'espacement ayant sensiblement la forme d'un L et d'un I, dont le contour intérieur est de préférence incurvé pour canaliser le flux du circuit d'air concerné, et dont les bords extérieurs interdisent le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par le ou les alvéoles adjacents audit alvéole élémentaire ; les bords extérieurs de la cale d'espacement en L correspondent aux bords des cloisons d'échange rectangulaires, et la section de passage définie par le contour intérieur des deux cales d'espacement se resserre d'un mur chaud vers un mur froid pour un écoulement calorique naturel.

Selon une deuxième variante dont la structure plus compacte permet une intégration dans un capot ou même une implantation dans l'enceinte, les ventilateurs montés latéralement de part et d'autre de la batterie d'alvéoles fonctionnent tangentielllement, les entrées et les sorties des circuits d'air étant également disposées latéralement, et les cloisons desdits alvéoles étant disposées essentiellement parallèlement à la face de l'enceinte supportant ledit échangeur; de préférence, le circuit d'air intérieur arrive sur la batterie d'alvéoles par le ventilateur associé, et sort de ladite batterie vers un coude de renvoi en direction de l'intérieur de l'enceinte.

Il est alors avantageux que chaque alvéole élémentaire comporte deux cales d'espacement ayant sensiblement la forme d'une équerre, dont le contour intérieur est

de préférence incurvé pour canaliser le flux du circuit d'air concerné, et dont une branche délimite un passage d'entrée ou de sortie pour ledit flux, tout en interdisant le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par le ou les alvéoles adjacents audit alvéole élémentaire ;  
5 lesdites cales peuvent d'ailleurs être identiques, et disposées symétriquement, pour chaque alvéole élémentaire.

D'une façon générale, il peut s'avérer intéressant que certaines au moins des cloisons soient munies de guides de convection rapportés, présentant une courbure longitudinale qui correspond sensiblement aux lignes de courant du flux du circuit d'air concerné, et/ou que les cloisons et les cales d'espacement présentent des percages d'alignement pour faciliter et/ou permettre l'assemblage  
10 de la batterie d'alvéoles élémentaires, lesdits alvéoles pouvant être en outre collés les uns aux autres en alternance.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront plus clairement à la lumière de la description qui va suivre et du dessin annexé, concernant des modes de réalisation préférentiels, en référence aux figures, où :

- la figure 1 est une vue en perspective d'un échangeur thermique conforme à l'invention, dont les ventilateurs ont été dégagés de la batterie d'échange pour clarifier la représentation,  
25
- la figure 2 illustre en vue éclatée quelques cloisons et les cales d'espacement associées équipant l'échangeur de la figure 1,
- 30 - la figure 3 est une vue en perspective d'une variante de l'échangeur thermique conforme à l'invention, dont la structure est plus compacte,
- la figure 4 illustre deux cloisons et les cales en équerre associées équipant l'échangeur de la figure 3.

Figure 1, un échangeur thermique 1, destiné à être fixé de façon étanche sur la face avant 2 d'une enceinte étanche (schématisée en pointillés) contenant par exemple des capteurs de précisions et/ou des circuits électroniques associés, comporte deux circuits d'air indépendants dont la circulation forcée est réalisée au moyen de ventilateurs centrifuges associés, et une surface d'échange pour l'échange des calories entre l'intérieur de l'enceinte et l'ambiance extérieure.

Le circuit d'air intérieur, schématisé par les flèches pointillées 3, est associé au ventilateur 4, tandis que le circuit d'air extérieur, schématisé par les flèches continues 5, est associé au ventilateur 6. Les ventilateurs 6 fonctionnent ici axialement, et sont montés contre chacune des sections d'extrémité d'une batterie 7 d'alvéoles.

Conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, la surface d'échange est essentiellement constituée par un empilement de cloisons 8 dont les cales d'espacement 9, 10 remplissent une fonction de convection par leur contour interne. L'organisation successive alternée des cales 9, 10 assure la séparation étanche des deux flux d'air en circulation contraire dans les alvéoles alternés ainsi formés.

Les entrées des deux circuits d'air sont donc ici latérales, et les cloisons 8 sont disposées essentiellement perpendiculairement à la face avant 2.

Ainsi que cela ressort clairement de la vue partielle éclatée de la figure 2, chaque alvéole élémentaire comporte des cales 9, 10 ayant sensiblement la forme d'un L et d'un I respectivement, avec un contour intérieur incurvé pour canaliser le flux du circuit d'air concerné. Cette structure alternée de la batterie d'échange 7 réalise très simplement une indépendance parfaite des deux circuits

d'air, car les bords extérieurs des cales 9, 10 d'un alvéole élémentaire interdisent le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par le ou les alvéoles adjacents audit alvéole élémentaire.

5 L'étanchéité des deux circuits résulte du serrage de l'empilement, au moyen de tiges passant par des perçages d'alignement 11, 12 prévus sur les cloisons et les cales d'espacement (une telle tige est schématisée par la ligne 13), et/ou par collage des alvéoles élémentaires en alternance.

10 Ainsi, une fois assemblée, (par empilage et collage éventuel des alvéoles en alternance, selon un simple retournement d'un sur deux) la batterie d'échange 7 se comporte comme un quadripôle thermique qui, avec les ventilateurs 4, 6, forment les deux circuits d'air étanches

15 entre eux, avec une circulation contraire sur une surface totale proportionnelle au nombre d'alvéoles.

A titre indicatif, un échangeur de 120 mm x 120 mm x 270 mm avec une batterie d'échange à 52 alvéoles élémentaires, présentant ainsi une surface active d'échange

20 d'environ  $0,62 \text{ m}^2$ , permet d'avoir une différence de température avec l'ambiance de l'ordre de  $18,5^\circ\text{C}$  pour une puissance de 240 W, alors qu'une enceinte sans échange thermique était soumise dans les mêmes conditions à une

25 différence de  $41^\circ\text{C}$ . De plus, le gradient thermique entre haut et bas devient pratiquement nul avec l'échangeur thermique de l'invention.

Figure 3, une variante de l'échangeur thermique de l'invention est illustrée, présentant une structure plus compacte que l'échangeur précédent. L'échangeur 14 comporte

30 des ventilateurs 15, 16, montés latéralement de part et d'autre d'une batterie 17 d'alvéoles, fonctionnant ici tangentiellement. Le circuit d'air intérieur (flèches pointillées 18) arrive sur la batterie 17 d'alvéoles par le

-8-

ventilateur 15 associé, et sort de ladite batterie par un coude de renvoi 19 en direction de l'intérieur de l'enceinte ; le circuit d'air extérieur (flèches continues 20) arrive également latéralement par le ventilateur 16 associé, et sort latéralement de l'autre côté de la batterie d'alvéoles.

Comme précédemment, la surface d'échange est essentiellement constituée par un empilement de cloisons 21 dont les cales d'espacement 22, 23 remplissent une fonction de convection par leur contour interne. L'organisation successive alternée des cales 22, 23 assure donc la séparation étanche des deux flux d'air en circulation contraire dans les alvéoles alternés ainsi formés.

Ainsi que cela ressort clairement de la figure 4, chaque alvéole élémentaire comporte deux cales 22, 23 en forme d'équerre dont le contour intérieur est de préférence incurvé. Cette structure alternée de la batterie d'échange 17 réalise comme précédemment une indépendance parfaite des deux circuits d'air, car une branche de l'équerre délimite un passage d'entrée ou de sortie pour le flux concerné, tout en interdisant le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par le ou les alvéoles adjacents. Les cales 22, 23 sont avantageusement identiques, et disposées symétriquement, pour chaque alvéole élémentaire.

Une amélioration peut être obtenue en prévoyant des guides de convection 24 rapportés (plis emboutis), fixés sur les cloisons 21, et présentant une courbure longitudinale qui correspond sensiblement aux lignes de courant du flux.

La structure compacte de cette variante permet un montage moins encombrant en face avant 25, la faible épaisseur d'ensemble permet d'ailleurs de rendre cet échangeur intégrable dans un capot standard d'enceinte, et même d'envisager son implantation à l'intérieur de ladite enceinte entre les cartes du châssis et la face avant aveugle.

A titre indicatif, un échangeur de 37 mm x 185 mm x 440 mm avec une batterie d'échange à 15 alvéoles élémentaires, présentant ainsi une surface active d'échange d'environ 0,43 m<sup>2</sup>, permet d'avoir une différence de température avec l'ambiante qui, ramenée aux conditions de la première variante, est de l'ordre de 22°C, avec un gradient thermique entre haut et bas pratiquement nul.

Cette variante est donc un peu moins performante que la précédente, mais présente l'avantage de la compacité, d'un poids et d'un coût de fabrication réduits. La première variante, plus lourde et plus encombrante, est intéressante pour des conditions difficiles, au besoin avec un doublage sur une face avant pour les cas extrêmes.

L'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été décrits, mais englobe toute variante reprenant avec des moyens équivalents les caractéristiques essentielles revendiquées. Ainsi par exemple, la forme des cales d'espacement peut être modifiée, du moment que leur organisation successive alternée est préservée, pour assurer la séparation étanche des deux circuits d'air.

REVENDEICATIONS

1. Echangeur thermique, notamment pour enceintes  
étanches contenant des capteurs de précision et/ou des  
5 circuits électroniques associés, comportant deux circuits  
d'air indépendants dont la circulation forcée est réalisée  
au moyen de ventilateurs centrifuges associés, et une sur-  
face d'échange pour l'échange des calories entre l'inté-  
rieur d'une enceinte et l'ambiance extérieure, caractérisé  
10 par le fait que la surface d'échange est essentiellement  
constituée par un empilement de cloisons (8) dont les cales  
d'espacement (9, 10) remplissent une fonction de convection  
par leur contour interne, l'organisation successive alter-  
née desdites cales d'espacement (9, 10) assurant la sépa-  
15 ration étanche des deux flux d'air (3, 5) en circulation  
contraire dans les alvéoles alternés ainsi formés.

2. Echangeur thermique selon la revendication 1,  
caractérisé par le fait que les ventilateurs (4, 6) montés  
contre chacune des deux sections d'extrémité de la batte-  
20 rie d'alvéoles (7) fonctionnent axialement, les entrées des  
deux circuits d'air étant disposées latéralement de part  
et d'autre de ladite batterie d'alvéoles, et les cloisons  
(8) desdits alvéoles étant disposées essentiellement per-  
pendiculairement à la face (2) de l'enceinte supportant le-  
25 dit échangeur.

3. Echangeur thermique selon la revendication 2,  
caractérisé par le fait que chaque alvéole élémentaire  
comporte deux cales d'espacement (9, 10) ayant sensible-  
ment la forme d'un L et d'un I, dont le contour intérieur  
30 est de préférence incurvé pour canaliser le flux du circuit  
d'air concerné, et dont les bords extérieurs interdisent  
le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par  
le ou les alvéoles adjacents audit alvéole élémentaire.

4. Echangeur thermique selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les bords extérieurs de la cale d'espacement (9) en L correspondent aux bords des cloisons d'échange (8) rectangulaires.

5 5. Echangeur thermique selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé par le fait que la section de passage définie par le contour intérieur des deux cales d'espacement (9, 10) se resserre d'un mur chaud vers un mur froid pour un écoulement calorique naturel.

10 6. Echangeur thermique selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé par le fait que la surface active d'échange de chaque alvéole élémentaire n'est pas inférieure à la moitié de la surface totale de la cloison (8) dudit alvéole.

15 7. Echangeur thermique selon la revendication 1, caractérisé par le fait que les ventilateurs (15, 16) montés latéralement de part et d'autre de la batterie d'alvéoles (17) fonctionnent tangentiellement, les entrées et les sorties des circuits d'air (18, 20) étant également  
20 disposées latéralement, et les cloisons (21) desdits alvéoles étant disposées essentiellement parallèlement à la face (25) de l'enceinte supportant ledit échangeur.

8. Echangeur thermique selon la revendication 7, caractérisé par le fait que le circuit d'air intérieur  
25 (18) arrive sur la batterie d'alvéoles (17) par le ventilateur associé (15), et sort de ladite batterie vers un coude de renvoi (19) en direction de l'intérieur de l'enceinte.

30 9. Echangeur thermique selon l'une des revendications 7 et 8, caractérisé par le fait que chaque alvéole élémentaire comporte deux cales d'espacement (22, 23) ayant sensiblement la forme d'une équerre dont le contour intérieur est de préférence incurvé pour canaliser le flux



du circuit d'air concerné, et dont une branche délimite un passage d'entrée ou de sortie pour ledit flux, tout en interdisant le passage du flux de l'autre circuit d'air concerné par le ou les alvéoles adjacents audit alvéole élémentaire.

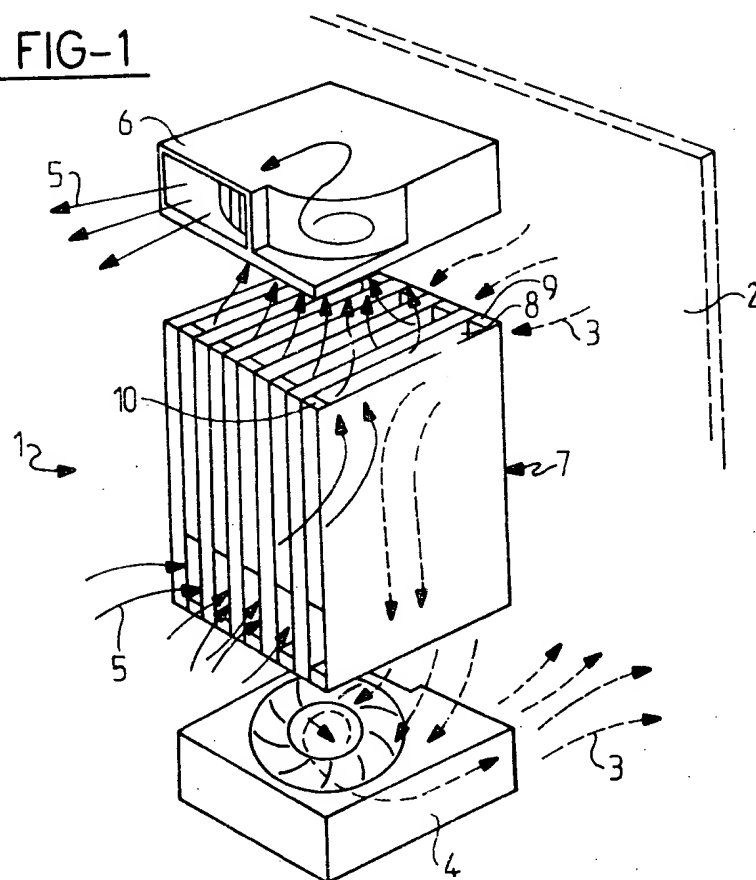
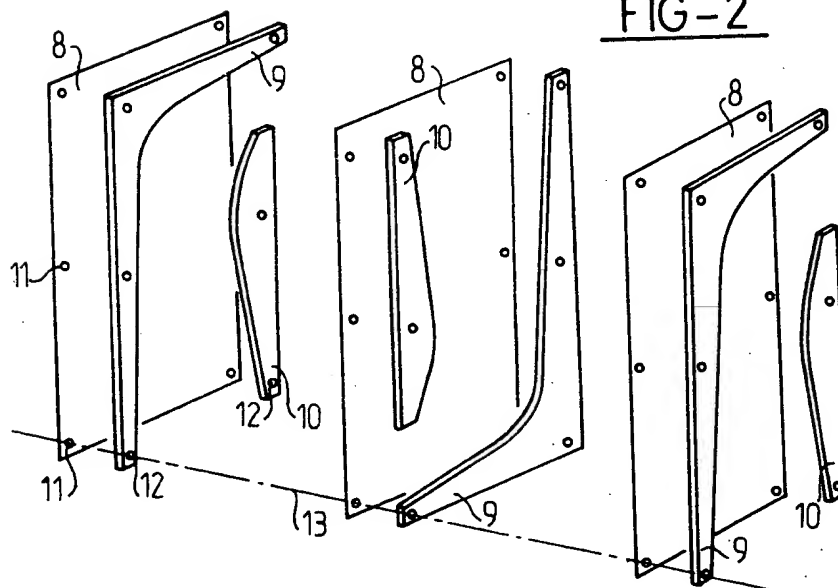
10. Echangeur thermique selon la revendication 9, caractérisé par le fait que les deux cales d'espacement (22, 23) sont identiques, et disposées symétriquement, pour chaque alvéole élémentaire.

11. Echangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé par le fait que certaines au moins des cloisons (21) sont munies de guides de convection rapportés (24), présentant une courbure longitudinale qui correspond sensiblement aux lignes de courant du flux du circuit d'air concerné.

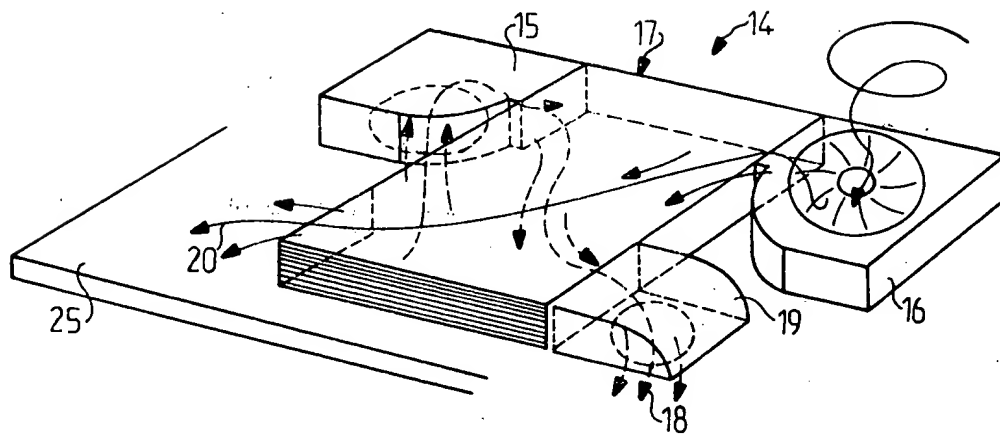
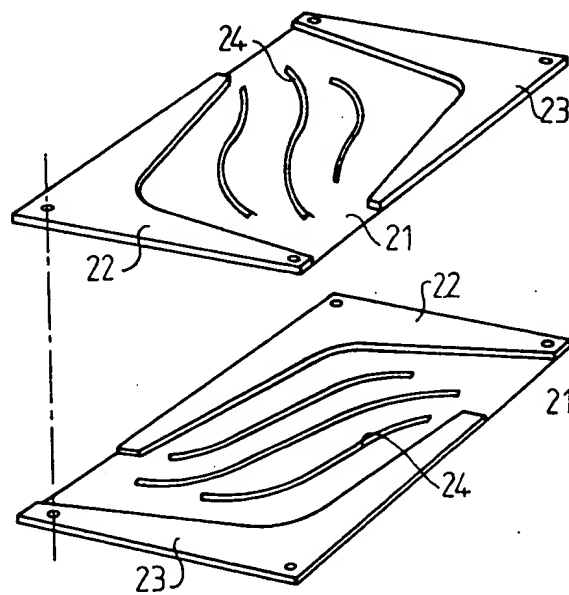
12. Echangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé par le fait que les cloisons (8) et les cales d'espacement (9, 10) présentent des percages d'alignement (11, 12), pour faciliter et/ou permettre l'assemblage de la batterie (7) d'alvéoles élémentaires.

13. Echangeur thermique selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé par le fait que les alvéoles élémentaires sont collés les uns aux autres en alternance.

1/2

FIG-1FIG-2

2/2

FIG-3FIG-4

**THIS PAGE BLANK (uspto)**